

**METHOD FOR DETECTING MOVEMENT OF SPECKLE PATTERN AND POSITION  
SPECIFYING DEVICE USING THE SAME**

**Publication number:** JP3111925

**Publication date:** 1991-05-13

**Inventor:** YAMADA HIDENORI

**Applicant:** FUJI XEROX CO LTD

**Classification:**

- **International:** G01P3/36; G06F3/033; G06F3/038; G01P3/36;  
G06F3/033; (IPC1-7): G01P3/36; G06F3/033

- **European:**

**Application number:** JP19890248058 19890926

**Priority number(s):** JP19890248058 19890926

Report a data error here

**Abstract of JP3111925**

**PURPOSE:** To stabilize movement detecting operation even to a production error by restricting the average size of speckles on the light receiving face of a photodetector within a prescribed area and holding a detected moving ration at an almost fixed value. **CONSTITUTION:** Since the average size D of speckle patterns on the light receiving face of the photodetector 2 is included within the prescribed area E, the moving ratio J detected by the photodetector 2 is held at the almost fixed value even if the average size of speckles is slightly changed. When the speckle pattern SP is moved in the arrow direction at a fixed velocity (v) in the case of using the photodetector 2 consisting of a pair of photodetecting elements 2a, 2b, signal intensity detected by one photodetecting element 2a positioned on the prestige in the moving direction of the speckle pattern is almost the same as the photodetecting element 2a positioned on the post stage in the moving direction before only a certain time tau.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

## Reference 2

Japanese Patent Application Public-disclosure No. Hei 03-111925  
Japanese Patent Application Public-disclosure date: May 13, 1991  
Title of the invention: Method for detecting movement of a speckle pattern and a locating apparatus utilizing the same  
Japanese Patent Application No. Hei 01-248058  
Japanese Patent Application date: September 26, 1989

**(line 12, upper right column, page 4 - line 10, lower left column, page 4)**

In this experiment, an average speckle size  $D$  is expressed by the following expression (3):

$D = \lambda R / \pi \omega$  (3) ( $\lambda$ : wavelength of laser beam,  $R$ : distance between a rough-surfaced moving plate 12 and a detection surface of speckle pattern SP,  $\omega$ : spot radius of laser beam Bm on rough-surfaced moving plate 12)

Assuming that  $z$  (distance between beam waist Bw and rough-surfaced moving plate 12) is adequately large,

$$1 \ll (\lambda z / \pi \omega_0^2)^2 \quad (10)$$

Therefore, from the expressions (6) ( $\omega = \omega_0 \sqrt{1 + (z/a)^2}$ ) and (10), the following relationship can be derived:

$$\begin{aligned} \omega &\doteq \omega_0 \cdot (\lambda z / \pi \omega_0^2) \\ &= \lambda z / \pi \omega_0 \end{aligned} \quad (11)$$

Substituting the expression (11) into the expression (3),  $D$  can be approximated as follows:

$$\begin{aligned} D &\doteq (\lambda R / \pi) \cdot (\pi \omega_0 / \lambda z) \\ &= R \omega_0 / z \end{aligned} \quad (12)$$

It will be appreciated from the foregoing that when a rough

surface is far from beam waist  $B_w$ , an average speckle size  $D$  is proportionate to distance  $R$  between the rough surface and a detection surface and is inversely proportional to distance  $z$  between beam waist  $B_w$  and the rough surface, regardless of wave length  $\lambda$ .

**(line 12, lower right column, page 5 - line 3, upper left column, page 6)**

On the other hand, by performing Fourier transform processing on spatial autocorrelation function representing a speckle  $\gamma(X) = \exp(-1/2 X^2 / D^2)$  (wherein  $X$  denotes the amount of spatial shifting),  $\Phi(\zeta)$  (a spatial frequency power spectrum of a speckle) can be obtained as follows:

$$\Phi(\zeta) = a_1 \exp(-a_2 D^2 \cdot |\zeta|^2) \quad (19)$$

, provided that in the expression (19), a maximum value (correlation peak value) is normalized to be 1, and  $a_1$  and  $a_2$  are constants.

Thus, the spread of a spatial frequency power spectrum of a speckle is proportionate to  $1/D$  and therefore, the spread of a time-frequency power spectrum of an output signal from the detector is proportionate to  $v_1/D$ .

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-111925

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>

G 06 F 3/033  
G 01 P 3/36

識別記号

3 1 0 C  
D

庁内整理番号

7629-5B  
9010-2F

⑬ 公開 平成3年(1991)5月13日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全13頁)

⑭ 発明の名称 スペックルパターンの移動検出方法及びこれを用いた位置指定装置

⑮ 特 願 平1-248058

⑯ 出 願 平1(1989)9月26日

⑰ 発 明 者 山 田 秀 則 神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロックス株式会社  
海老名事業所内

⑱ 出 願 人 富士ゼロックス株式会 東京都港区赤坂3丁目3番5号  
社

⑲ 代 理 人 弁理士 中村 智廣 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

スペックルパターンの移動検出方法

及びこれを用いた位置指定装置

2. 特許請求の範囲

1) コヒーレントな電磁波(Bm)の物体粗面(1)に対する散乱によって生ずるスペックルパターン(SP)の移動情報(M)を光検出器(2)にて検出するに際し、

上記光検出器(2)の受光面上のスペックルパターン(SP)におけるスペックルの平均サイズ(D)と、光検出器(2)の物体粗面(1)に対する相対移動情報と光検出器(2)の出力移動情報との比を示す検出移動率(J)との関係において、上記検出移動率(J)が略一定に保たれる範囲(E)で上記スペックルの平均サイズ(D)を設定したことを特徴とするスペックルパターンの移動検出方法。

2) 請求項1記載のものにおいて、

光検出器(2)は、一次元当たり少なくとも一組の光検出素子(2a, 2b)を並設し、一組の光検出素

子(2a, 2b)からの出力信号の位相差(r)を検出するようにしたことを特徴とするスペックルパターンの移動検出方法。

3) 物体粗面(1)に対して移動可能な可動体(3)と、

この可動体(3)に組み込まれて可動体(3)の所定部位から物体粗面(1)にコヒーレントな電磁波(Bm)を照射する電磁波源(4)と、

上記可動体(3)に組み込まれると共に電磁波(Bm)の照射に伴って物体粗面(1)から生ずるスペックルパターン(SP)の可動体(3)に対する相対移動情報を検出する光検出器(2)と、

この光検出器(2)の受光面上のスペックルパターン(SP)におけるスペックルの平均サイズ(D)と、光検出器(2)の物体粗面(1)に対する相対移動情報と光検出器(2)の出力移動情報との比を示す検出移動率(J)との関係において、上記検出移動率(J)が略一定に保たれる範囲で上記スペックルの平均サイズ(D)を設定するスペックルサイズ設定手段(5)とを備え、

上記光検出器(2)で検出された相対移動情報に基づいて指定すべき位置を特定するようにしたことを特徴とする位置指定装置。

### 3. 発明の詳細な説明

#### (産業上の利用分野)

この発明は、コヒーレントな電磁波の物体粗面に対する散乱によって生ずるスペックルパターンの移動情報を検出するスペックルパターンの移動検出方法及びこれを用いた位置指定装置(計算機端末、ワークステーションあるいはパーソナルコンピュータ等において表示画面上で位置指定を行ったり、各種制御対象に対する位置指定を行う際に有用な位置指定装置)の改良に関する。

#### (従来の技術)

従来における位置指定装置として計算機入力用のものを例に挙げると、安価、操作性に優れる、位置指定精度が高いという観点から、所謂マウスと称されるものが広く使用されている。

そして、今のところ主流になっている機械式マウスはあらゆる方向に回転可能なボールをハウジ

ングの一部から突出配置したもので、このボールの回転方向及び回転量によって移動方向及び移動量を検出し、もって、指定すべき位置を特定するものである。

#### [発明が解決しようとする課題]

しかしながら、このような従来の機械式マウスにあつては、機械的なボールの接触回転を利用するため、耐久性の点で難があり、また、位置精度の向上にも限度がある。

このような機械式マウスの欠点を解消するものとしては、非接触で移動情報を光学的に検出する光学式マウスが既に提供されている。

この種の光学式マウスは、例えば特開昭57-107929号、同57-207930号公報に示されるように、光源とフォトディテクタとが格納された本体部を備え、規則正しい格子パターンが刻印された専用下敷きの上で上記本体部を移動させ、移動の際に横切る専用下敷き上の格子の数をカウントすることにより移動の情報を検出するようになっている。

ところが、この種の光学式マウスにあつては、専用下敷きが必須であるため、使用上の自由度が制限されてしまうばかりか、専用下敷きが汚れたり、損傷すると使用できなくなるため、耐久性の点でも充分ではなく、更に、移動情報検出の分解能は専用下敷きに刻印された格子の細かさで決まるため、コストをかけずに移動情報の分解能を上げることは容易ではない。

このような課題を解決するために、本発明者は、所謂スペックルパターンの移動情報を検出することにより、装置自体の低廉化、操作性及び耐久性の向上を図りながら、専用下敷きを用いることなく、移動情報検出の分解能を容易に上げることができる位置指定装置を既に提供している(特願昭63-116878号参照)。

ところが、このような位置指定装置においては、スペックルパターンの移動情報の検出精度そのものが位置指定精度に影響することになるが、光路の長さやビームウエストの位置等の光学系の諸定数が製造上ばらついたり、使用時において変動す

ると、スペックルパターンの移動情報の検出精度がばらついてしまい、その分、位置指定動作が不安定になり易いという課題を包含している。

尚、このような課題は、上述したマウスばかりでなく、ロボット等の位置指定装置を始め、スペックルパターンの移動情報の検出を利用した各種装置(移動検出装置、速度検出装置等)においても同様に生じ得るものである。

この発明は、以上の観点に立ってなされたものであつて、スペックルパターンの移動検出精度を向上できるスペックルパターンの移動検出方法及びこれを用いて位置指定動作の安定化を図るようにした位置指定装置を提供するものである。

#### [課題を解決するための手段]

##### ◎課題解決のための実験的解析

本発明者は、上記課題を解決する上で、スペックルパターンを形成するスペックルそのものの性質のうち特にスペックルの平均サイズに着目し、以下のような実験を行った。

##### (1) 実験内容

所定サイズのスペックルを所定の条件にて移動させた際に、このスペックルパターンの移動情報を適宜処理系にて処理し、この処理データに基づいて例えばパーソナルコンピュータの表示画面上のカーソルを移動させる実験系（第2図）を構成し、このカーソル移動率K（移動スペックルパターンを生成するための粗面移動量に対する実際のカーソルの移動量の比）とスペックルの平均サイズとの関係調べた。

## (2) 実験系

第2図において、符号10はHe-Neレーザ、11はレーザ10からのビームBmを集光する集光レンズ、12是集光レンズ11にて集光されたレーザビームBmが照射されると共に所定速度 $v_x$ で所定方向（この例ではx方向とする）に所定量 $x_0$ だけ移動する粗面状移動板、13は粗面状移動板12にて散乱し、移動速度 $v_x$ で $x_0$ だけ移動するスペックルパターンSPを検出するためにx方向に沿って並設される一対のフォトダイオード13a, 13bからなるディテクタ、14

（具体的には14a, 14b）はディテクタ13の出力（ $f_s$ ：周波数、M：振動の数（信号の山の数））を増幅するアンプ、15（具体的には15a, 15b）は各アンプ14からの出力を適当な閾値で二値化する二値化回路である。

また、15はパーソナルコンピュータであり、表示画面17上のカーソル18をどのように移動させるかを演算処理する演算処理部19を具備している。この演算処理部19は、各二値化回路15からの出力を入力し、両者の位相差 $\tau$ の正負からカーソル18の移動の向きを判別し、二値化信号のパルス数を移動の向きに応じてカウントアップあるいはカウントダウンするアップダウンカウンタを備え、このカウンタ出力に応じた位置にNだけカーソル17を移動させるようにしたものである。

## (3) 実験条件

第2図及び第3図において、

レーザビームの波長 $\lambda$ ：832.8nm

フォトダイオード間隔：0.3mm

フォトダイオード開口寸法：0.295mm

ビームウエストBwの半径 $\omega_0$ ：9.7 $\mu$ m

スペックル剛性率 $\kappa$ ：1.0

但し、スペックルトランスレーション距離を $L_r$ 、スペックル平均サイズをDとすると、

$$\kappa = L_r / D \quad \cdots (1)$$

である。

ここで、上記スペックルトランスレーション距離 $L_r$ とは、第4図に示すように、移動前と移動後の各々のスペックルパターンSPにおける空間的相互相関関数 $\gamma(\Delta x)$ （ $\Delta x$ は空間的ずれし量）のピークの高さ（スペックルの移動量 $x$ （ $0 < x_1 < x_2 < x_3 < x_4 < x_5$ ）によって変化）が静止スペックルの相互相関関数のピークの高さ $\gamma_{sc}$ の $1/e$ （ $e$ ：自然対数の底）になるときのスペックルの移動量を意味し（N.Takai, T.Iwai & T.Asakura, Applied Optics Vol22 No.1(1983)第170～177頁 'Correlation distance of dynamic speckles' 参照）、スペックルが変形なしに移動するとき  $L_r = \infty$  であり、スペックルが変形の

みして移動しないときには $L_r = 0$ である。よって、スペックルトランスレーション距離 $L_r$ をスペックル平均サイズDで規格化して得られるスペックル剛性率 $\kappa$ はスペックルの変形し難さを示す指標になるものである。

そして、上記文献によれば、所謂ガウスビームが波長より十分に深い凹凸に散乱されたときに生ずるガウスのスペックルの場合に回折界（結像系を介さない自由空間における散乱）のスペックルのスペックルトランスレーション距離 $L_r$ は、

$$L_r = (1 + R/\rho) \omega \quad \cdots (2)$$

但し、Rは粗面状移動板12からスペックルパターンSPの検出面位置までの距離、 $\rho$ は粗面状移動板12におけるレーザビームBmの波面の曲率半径、 $\omega$ は粗面状移動板12におけるレーザビームBmのスポット半径である。

また、スペックル平均サイズDは平均のスペックル半径に対応しており、

$$D = \lambda R / \pi \omega \quad \cdots (3)$$

にて表される。

よって、(2) (3) 式を(1)式へ代入すると、

$$\eta = (1 + R/\rho) \omega / (\lambda R / \pi \omega) \\ = (\pi \omega^2 / \lambda) (1/R + 1/\rho) \quad \dots (4)$$

ここで、 $|1/R| \ll |1/\rho|$ 、

$$\text{すなわち、} |R| \gg |\rho| \quad \dots (5)$$

と仮定すれば、上記(4)式は、

$$\eta \approx \pi \omega^2 / (\lambda \rho) \quad \dots (4')$$

になる。

また、集光レンズ11で絞り込まれたビームウエストBwから粗面状移動板12までの距離をz、 $a = \pi \omega^2 / \lambda$ とすれば、

$$\omega = \omega_0 \sqrt{1 + (z/a)^2} \quad \dots (6)$$

$$\rho = z \{1 + (a/z)^2\} \quad \dots (7)$$

であり、

(6) (7) 式を上記(4')式に代入すると、

$$\eta = \frac{\pi \omega_0^2}{\lambda} \cdot \frac{z \{1 + (z/a)^2\}}{a^2 \{1 + (z/a)^2\}} \\ = z/a$$

よって、この(11)式を上記(3)式に代入すると、

$$D \approx (\lambda R / \pi) \cdot (\pi \omega_0 / \lambda z) \\ = R \omega_0 / z \quad \dots (12)$$

で近似される。

以上まとめると、粗面がビームウエストBwから遠いとき、スペックル平均サイズDは、波長 $\lambda$ と無関係に、粗面～検出面間距離Rに比例し、ビームウエストBw～粗面間距離zに反比例すると見える。

尚、この実験においては、上記(3) (4)式に基づいてR、zを適宜調整することにより、スペックル剛性率 $\eta$ を一義的に設定し、スペックル平均サイズDの数値を可変設定した。

#### (4) 実験結果

スペックル平均サイズDとカーソル移動率Kとの関係を第5図に示す。

同図によれば、スペックル平均サイズDが0～600 $\mu\text{m}$ 程度まではカーソル移動率Kは比例的に増加する傾向にあるが、スペックル平均サイズ

$$= \lambda z / (\pi \omega_0)^2 \propto z \quad \dots (8)$$

ここで、上記zが充分大きいと仮定すると、 $(a/z)^2 \ll 1$ であり、上記(7)式を考慮すれば、上記(5)式が成立するのは、通常、

$$|\rho| \ll |z|, \quad |R| \gg |z| \quad \dots (9)$$

となるときである。

以上まとめると、粗面がビームウエストBwから遠く、かつ、ビームウエストBw～粗面間距離zに比べて、粗面～検出面間距離Rが充分長いときには、スペックル剛性率 $\eta$ は上記zに比例すると言える。

また、この実験において、上記スペックル平均サイズDは上記(3)式にて表示される。

ここで、上記zが充分大きいと仮定すると、

$$1 \ll (\lambda z / \pi \omega_0^2)^2 \quad \dots (10)$$

となる。

ゆえに、(6) (10) 式より、

$$\omega \approx \omega_0 \cdot (\lambda z / \pi \omega_0^2) \\ = \lambda z / \pi \omega_0 \quad \dots (11)$$

が成立する。

Dが600 $\mu\text{m}$ を越えた辺りからカーソル移動率Kは略一定に保たれることが理解される。

このことは、スペックル平均サイズDが600 $\mu\text{m}$ を越えた領域Bに予め設定されていれば、何らかの原因でスペックル平均サイズDが若干変動したとしても、それによって、カーソル移動率Kが変動することがないことを意味する。

#### ◎課題解決のための理論的解析

##### (1) 基本モデル系

第8図は第2図の実験系をモデル化したものである。

尚、以後の解析に当たっては、スペックルパターンSPの移動の向きを考えず、移動量のみを問題にするときはディテクタとして一つのフォトダイオードのみを使用する場合と本質的な違いがないので、ディテクタとして一つのフォトダイオードのみを使用する場合を考え、また、スペックルの変形は無視できるものとみなす。

こうすることにより、モデル系を理論解析する上で、変形しない画像の移動情報を空間フィルタ

によって検出するものと等価にすることが可能になる。そして、空間フィルタによる速度測定の手法を適用するために、解析においては、カーソル移動量、スペックル移動量、粗面移動量の代わりに各々カーソル速度、スペックル速度、粗面速度で考え、また、移動量が必要な場合には、速度を時間積分するようにする。

同図において、カーソル速度  $p$  は、

$$p = K \cdot v_s \quad \dots (13)$$

但し、 $K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad \dots (14)$

となる。

ここで、

$K$  : カーソル移動率

$K_1$  : スペックル速度/粗面速度の比 (スペックル移動率と称する)

$K_2$  : ディテクタ信号の平均周波数/スペックル速度の比

$K_3$  : カーソル速度/ディテクタ信号の平均周波数の比

を表す。

また、 $K_3$  はコンピュータのインタフェース等で決まる定数である。

(2-b)  $K_2$  について

$K_2$  はディテクタの空間フィルタとしての特性を表すものである。

今、スペックルの変形を考慮しないとすれば、速度  $v_s$  で動くスペックルの中に置いたディテクタの出力は、空間フィルタによる速度検出の理論により、

$$\Psi(f_{t1}) = \Phi(f_{t1}/v_s) \cdot \Omega(f_{t1}/v_s) \quad \dots (15)$$

で表される。

ここで、 $\Psi(f_{t1})$  はディテクタの出力信号の時間周波数パワースペクトル、 $\Phi(f)$  はスペックルの空間周波数パワースペクトル、 $\Omega(f)$  はディテクタの空間周波数パワースペクトルであり、 $f_{t1}$  は時間周波数、 $f$  は空間周波数を夫々示す。

そして、(15)式によれば、スペックルの時間周波数パワースペクトルとディテクタの時間周波数パワースペクトルの重なりがディテクタの出

また、上記(13)式を積分すれば、以下のカーソル移動量  $N$  の式が求まる。

$$N = K \cdot x_s \quad \dots (15)$$

但し、 $x_s$  は粗面移動量である。

(2) カーソル移動率の各係数

(2-a)  $K_1$ 、 $K_2$  について

スペックル移動率  $K_1$  は動的スペックルの特性により、ガウスのスペックルの場合には通常次式で与えられる。

$$K_1 = 1 + R/z \quad \dots (16)$$

ここで、

$$\text{上記(9)式 } |p| \approx |z|, \quad |R| \gg |z|$$

を考慮すると、上記(16)式は、

$$\begin{aligned} K_1 &\approx 1 + R/z \\ &\approx R/z \end{aligned} \quad \dots (17)$$

に近似される。

すなわち、上記近似の下では、スペックル移動率  $K_1$  は、波長に影響されることなく、粗面～検出面距離  $R$  に比例し、ビームウエスト  $B_w$  ～粗面距離  $z$  に反比例することになる。

力信号として得られることになる。

従って、第7図に示すように、上記スペックル  $S$  の大きさがディテクタ13の開口  $d$  に比べて充分大きい場合、言い換えれば、第8図に示すように、スペックルの空間周波数パワースペクトル  $\Phi(f)$  の広がり、ディテクタの空間周波数パワースペクトル  $\Omega(f)$  の広がり、ディテクタ13の出力信号はスペックルの速度  $v_s$  とスペックルの空間周波数パワースペクトル  $\Phi(f)$  とによって決まり、ディテクタの空間周波数パワースペクトルにはよらない。

一方、スペックルを表す空間自己相関関数、 $\gamma(\Delta x) = \exp(-\Delta x^2/D^2)$  をフーリエ変換すると、 $\Phi(f)$  が次のように求まる。

$$\Phi(f) = a_1 \exp(-a_2 D^2 \cdot |f|^2) \quad \dots (18)$$

但し、上記(18)式においては、最大値(相関ピーク値)が1になるように規格化されており、 $a_1, a_2$  は定数である。

よって、スペックルの空間周波数パワースペク



トルの広がり $\Delta f_{cl}$ は $1/D$ に比例し、結局、ディテクタの出力信号の時間周波数パワースペクトルの広がり $\Delta f_{cl}$ は $v_s/D$ に比例することになる。

従って、 $K_1$ は、

$$K_1 = \overline{f_{cl}} / v_s \propto 1/D \quad \dots (20)$$

となる。但し、 $\overline{f_{cl}}$ は $f_{cl}$ の時間平均である。

そして、この(20)式に上述した(12)式を代入すると、

$$K_1 \propto z/R\omega_s \quad \dots (21)$$

が成立する。

### (3) 結論

上記(2)で詳述したカーソル移動率 $K$ の各係数に基づいてカーソル移動率 $K$ を算出すると、以下のようになる。

すなわち、(14)、(17)、(21)式より、

$$\begin{aligned} K &= K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \\ &\propto (R/z) \cdot (z/R\omega_s) \cdot K_3 \\ &= K_3 / \omega_s \quad \dots (22) \end{aligned}$$

になる。

たことを特徴とするものである。

このような方法発明において、上記スペckルパターンSPの移動情報Mとしては、移動量のみに限られるものではなく、移動速度、移動加速度等広く包含される。このため、この方法発明を適用できる対象としては、後述する位置指定装置のほかに、自走台車等の位置制御を行う上で必要になる移動量検出装置、速度センサ等の速度検出装置等が挙げられる。

また、スペckルパターンSPとしては、第1図(a)に示すように、物体粗面1の散乱によって生ずる結像系なしの所謂回折界のスペckルによるもののみが対象となり、物体粗面1の散乱光を結像レンズにて所定部位に結像させる所謂像界のスペckルによるものは、スペckル速度/粗面速度(上記 $K_1$ に相当)が上述したものと異なったものになるため対象にならない。

更に、上記光検出器2としては、上記スペckルパターンSPの移動情報を検出し得るものであれば適宜選択して差し支えなく、また、光検出器

ここで、 $K_2$ 、 $\omega_s$ はいずれも定数であることから、カーソル移動率 $K$ は一定になると言える。

以上まとめると、スペckルの平均サイズDがディテクタ13の開口寸法dより十分に大きい場合には、カーソル移動率 $K$ は一定に保たれることが理論的に裏付けられた。

### ◎発明の概要

本発明者は、以上の実験的解析及び理論的解析を経て本発明を案出するに至ったのである。

すなわち、この発明に係るスペckルパターンSPの移動検出方法は、第1図(a)に示すように、コヒーレントな電磁波Bmの物体粗面1に対する散乱によって生ずるスペckルパターンSPの移動情報Mを光検出器2にて検出するに際し、上記光検出器2の受光面上のスペckルパターンSPにおけるスペckルの平均サイズDと、光検出器2の物体粗面1に対する相対移動情報と光検出器2の出力移動情報との比を示す検出移動率Jとの関係において、上記検出移動率Jが略一定に保たれる範囲Eで上記スペckルの平均サイズDを設定し

2からの信号処理系についても対象となる装置に応じて適宜設計変更して差し支えない。

ここで、上記光検出器2については、リアルタイム処理が容易で、しかも、スペckルパターンSPの移動方向の正負を含めた移動情報Mを正確に判別するという観点からすれば、第1図(b)に示すように、移動情報Mを検出する上で必要な方向成分一次元当たり少なくとも一組の光検出素子2a, 2bを並設し、第1図(c)に示すように、一組の光検出素子2a, 2bからの出力信号の位相差 $\phi$ を検出するように構成することが好ましい。

この場合において、一次元的な移動情報を検出する際には、一つの方向成分に対して一組の光検出素子2a, 2bを並設すればよいが、例えば組をなす光検出素子2a, 2b相互を結ぶ直線が互いに直交するように二組若しくは三組の光検出素子2a, 2bを用いるようにすれば、二次元的若しくは三次元的な移動情報を検出することが可能になる。

そして更に、上記一組の光検出素子2a, 2bか

らなる光検出器2からの出力信号を処理する処理系としては適宜選定して差し支えないが、求められた位相差 $\tau$ にスペックルパターンSPの不規則さに起因する誤差の影響をより少なくするという観点からすれば、一次元当たり複数組の光検出素子2a, 2bを用いて各組の光検出素子2a, 2bから得られる各位相差 $\tau$ の平均をとったり、一組の光検出素子2a, 2bから得られる位相差 $\tau$ の時間平均をとったり、両者を併用するような構成を採用することが好ましい。

また、上記スペックルパターンの移動検出方法を用いた位置指定装置発明は、第1図(d)に示すように、物体粗面1に対して移動可能な可動体3と、この可動体3に組み込まれて可動体3の所定部位から物体粗面1にコヒーレントな電磁波Bmを照射する電磁波源4と、上記可動体3に組み込まれると共に電磁波Bmの照射に伴って物体粗面1から生ずるスペックルパターンSPの可動体3に対する相対移動情報を検出する光検出器2と、この光検出器2の受光面上のスペックルパターン

るものであれば、上記電磁波源4から物体粗面1へ向かう電磁波Bmを絞り込むレンズを適宜選択したり、物体粗面1と光検出器2との距離を適宜選定することを挙げることができる。

#### 〔作用〕

上述したような技術的手段において、第1図(a)に示す方法発明によれば、光検出器2の受光面上のスペックルの平均サイズが所定領域E内に包含されるので、光検出器2による検出移動率Jはスペックルの平均サイズの若干の変動に対しても略一定に保たれる。

特に、第1図(b)に示すような一組の光検出素子2a, 2b(両者の中心間の間隔をgとする)からなる光検出器2を用いれば、今、スペックルパターンSP(変形は極めて小さいものとする)が一定速度vで矢印方向に移動しているとすると、その移動方向前段に位置する一方の光検出素子2aで検出される信号強度はある時間 $\tau$ だけ以前にISPECKLパターンSPの移動方向後段に位置する光検出素子2bと略同じになる。

SPにおけるスペックルの平均サイズDと、光検出器2の物体粗面1に対する相対移動情報と光検出器2の出力移動情報との比を示す検出移動率Jとの関係において、上記検出移動率Jが略一定に保たれる範囲Eで上記スペックルの平均サイズDを設定するスペックルサイズ設定手段5とを備え、上記光検出器2で検出された相対移動情報に基づいて指定すべき位置を特定するようにしたことを特徴とするものである。

このような装置発明において、上記光検出器2としては、上述した方法発明にて述べたものと同様に適宜選択して差し支えなく、また、この光検出器2にて検出された出力信号の信号処理系の配設個所については、外部機器、可動体3あるいは外部機器への接続機器等適宜選択して差し支えないが、各種外部機器に対する共用化を図るという観点からすれば、可動体3内に信号処理系を配設することが好ましい。

また、上記スペックルサイズ設定手段5としては、スペックルの平均サイズDを任意に設定し得

この場合、第1図(c)に示すように、上記一組の光検出素子2a, 2bの出力信号の時間変動曲線は、互いに相似で位相差 $\tau$ だけずれたものになり、位相差 $\tau$ は $\tau = g/v$ で決まる。

従って、上記位相差 $\tau$ の情報からスペックルパターンSPの各移動情報、例えば $\tau$ の符号からスペックルパターンSPの移動方向の正負を判別でき、また、その絶対値から移動速度vの大きさを判別することができ、更に、上記出力信号の立ち上がり、立ち下がりを見数することにより、上記スペックルパターンSPの移動量を求めることができる。

また、第1図(d)に示す位置指定装置発明によれば、レーザ等の電磁波源4から物体粗面1に電磁波Bmが照射され、可動体3が物体粗面1に対して速度v<sub>1</sub>でu<sub>1</sub>だけ移動したとすると、物体粗面1が可動体3に対して速度v<sub>2</sub>でu<sub>2</sub>だけ相対的に移動することになる。

このとき、上記物体粗面1にて散乱されたスペックルパターンSPは上記物体粗面1の相対移動

に伴って光検出器2の受光面上で速度 $v_x$ で $u_x$ だけ比例的に移動する。

よって、上記光検出器2は、上記スペckルパターンSPの移動情報を所定の検出移動率Jにて検出することにより、間接的に物体粗面1の相対移動量を検出することになるのであり、この検出情報に基づいて指定対象物の位置が特定されるのである。

このとき、上記スペckルサイズ設定手段5が光検出器2の受光面上のスペckルの平均サイズを所定領域B内に設定するので、光検出器2による記検出移動率Jはスペckルの平均サイズの若干の変動に対しても略一定に保たれる。

〔実施例〕

以下、添付図面に示す実施例に基づいてこの発明を詳細に説明する。

第9図及び第10図は計算機入力用のマウスにこの発明を適用したものである。

同図において、符号30は物体粗面、31は底部に摺動用の押当てパッド32を有する可動ハウ

を並設したものである。

この場合において、上記集光レンズ34は、適当なビームウエストBwの半径 $\omega$ を得るためのものであり、ビームウエスト半径 $\omega_x$ 、ビームウエストBw〜物体粗面30間距離z及び物体粗面30〜ディテクタ36間距離Rは、ディテクタ36の各受光セル36aないし36d上のスペckルの平均サイズが各受光セル36aないし36dの開口面積の5倍となるように設定されている。

また、上記信号処理系37は、特に第12図に示すように、x方向に並設された受光セル36a、36bからの信号を処理するx成分信号処理系37xと、y方向に並設された受光セル36a、36cからの信号を処理するy成分信号処理系37yとで構成されている。

この実施例において、信号処理系37は、対応する一組の受光セル36a、36b若しくは36a、36cの出力を増幅するアンプ41と、このアンプ41の出力の直流成分及びノイズや高周波成分を除去するカットフィルタ42と、このカット

ジング、33は可動ハウジング31内に格納されてレーザビームBmを照射する電磁波源としての半導体レーザ、34は半導体レーザ33からのビームBmを物体粗面30の照射部位Qに所定のスポット半径 $\omega$ で導くプラスチックレンズ、フレネルレンズ等からなる集光レンズ、35は検出光学系の光路長を確保するために物体粗面30からの反射ビームを適宜反射させる反射ミラー、36は検出光学系の光路終端位置に配設され、物体粗面30からの反射ビーム中に生ずるスペckルパターンSPの移動情報を検出するディテクタ、37はこのディテクタ36からの出力信号に基づいて計算機入力用の移動制御信号に変換する信号処理系、38は位置指定操作を行う際の入力スイッチ、39は外部機器(図示せず)への接続ハーネスである。

この実施例において、上記ディテクタ36は、特に第11図に示すように、移動基準方向であるx方向、y方向に沿って所定間隔離間してフォトダイオードからなる受光セル36aないし36d

フィルタ42の出力を閾値0で二値化する二値化回路43とからなる。

更に、この実施例においては、信号処理系37からの信号が計算機50内の演算処理部51に入力され、この演算処理部51は、二値化回路43からの出力のx成分、y方向の位相差 $\tau_x$ 、 $\tau_y$ の符号から移動の向きを判別し、二値化信号のパルス数を移動の向きに応じてアップカウントまたはダウンカウントし、このカウント値に基づいて上記スペckルパターンSPの物体粗面30に対する相対移動情報を判別し、この移動情報に対応して表示画面52のカーソル53の位置を特定している。

次に、この実施例に係る位置指定装置の作動について説明する。

今、半導体レーザ33から照射されたレーザビームBmが物体粗面30で反射した後上記ディテクタ36上に到達し、このディテクタ36上にはスペckルパターンSPが生じている。

この状態において、上記可動ハウジング31を

物体粗面30上で移動させると、これに対応してディテクタ36の各受光セル36aないし36d上のスペックルパターンSPが移動する。このスペックルパターンSPの移動のx方向成分はx方向に沿って並設されている一組の36a, 36bにより、また、スペックルパターンSPの移動のy方向成分はy方向に沿って並設される一組の受光セル36a, 36cによって検出されるのである。

ここで、スペックルパターンSPの各移動成分の検出動作は実質的に同等であるため、以後x方向成分の移動検出動作について説明する。

すなわち、第12図において、上記スペックルパターンSPが受光セル36aから同36bの方へ移動すると、受光セル36aの出力信号はスペックルパターンSPの移動に応じて変動する。

このとき、スペックルパターンSPの変形が無視できるならば、隣りの受光セル36bには、第13図(a)に示すように、受光セル36aの出力信号と略同じ形で、時間 $\tau$ だけ遅れた信号が得られる。

この出力信号は、x成分信号処理系37xに入力され、アンプ41で増幅された後、第13図(b)に示すように、カットフィルタ42で0ラインを横切るm, n二系統の信号に変換され、しかる後、第13図(c)に示すように、二値化回路43で0ラインを基準としてm, n二系統の二値化信号に変換される。そして、二値化された信号は演算処理部51に入力される。

この場合において、上記時間遅れ $\tau$ は、受光セル36aと同36bとの間の距離とスペックルパターンSPの移動速度によって決まり、 $\tau$ の正負でスペックルパターンSPの移動方向の正負を判別することができ、また、各受光セル36a, 36bの出力信号の山の数は、各受光セル36a, 36bの上を通過するスペックルの粒の数に対応するため、上記山の数をカウントすることにより、スペックルパターンSPの移動の大きさを検出することができ、これらによって、移動情報を得ることができる。上述した演算処理部51は、前述した原理に基づいてスペックルパターンSPの移

動方向及び移動量を判別し、これにより、カーソル53の移動方向及び移動量を設定する。

この演算処理部51は、従来の機械式マウスや光学式マウスと全く同様であり、通常この種の演算処理部51は計算機50のインタフェースに組み込まれているため、本実施例の場合の二値化信号をそのまま従来のマウス用のインタフェースに入力することができる。

この実施例に係るマウスの性能を評価する上で、実施例に係るマウスを一定の条件で移動させた際の上記カーソル移動率の変化状態を調べて見たところ、カーソル移動率を略一定に保つことができることが確認された。

更に、この実施例においては、上記ディテクタ36として、x方向及びy方向に複数组の受光セル(図示せず)を配列し、信号処理部37として、各組からの出力に基づく位相差情報を平均化し得るようにすれば、スペックルパターンSPの不規則性に基づく位相差情報のばらつきを少なくすることが可能である。

#### 〔発明の効果〕

以上説明してきたように、請求項1記載のスペックルパターンの移動検出方法によれば、光検出器の受光面上のスペックルの平均サイズを所定領域内のものとし、光検出器による検出移動率をスペックルの平均サイズの若干の変動に対しても略一定に保てるようにしたので、移動検出装置の製造上の誤差によって光学系の諸定数がばらついたり、使用上変動したりしたとしても、移動検出動作を安定させることができる。

特に、請求項2記載のスペックルパターンの移動検出方法によれば、移動するスペックルパターン中に並設された少なくとも一組の光検出素子にてスペックルパターンの時間変動を検出し、両者間の位相差を求める等の簡単な処理でスペックルパターンの移動情報を検出し得るので、リアルタイム処理が容易で、しかも、スペックルパターンの移動方向を含む各種移動情報を簡単に得ることができる。

また、請求項3記載の位置指定装置によれば、

物体粗面から生ずるスペックルパターンの物体粗面に対する相対移動情報を検出し、指定すべき位置を特定するようにしたので、専用下敷きを用いる必要がなくなり、その分、操作性をより簡便にすることができるほか、従来の機械式マウスのような機械的可動部に伴う耐久性の低下や専用下敷きの汚れ、損傷に伴う使用の制限がなくなり、装置自体の耐久性をより向上させることができ、更に、専用下敷きの格子密度に影響されることなく、電磁波源と光検出器との間の光学系パラメータを適宜設定することにより移動情報検出の分解能を上げることが可能になり、位置指定精度を向上させることができる。

そしてまた、請求項1記載の位置指定装置によれば、スペックルサイズ設定手段にてスペックルの平均サイズを所定領域に設定することにより、スペックルの平均サイズの変動に対する位置指定部材の移動率変動を回避するようにしたので、常時移動率が一定の位置指定動作を行うことが可能になり、その分、安定した位置指定動作を行うこ

とができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図(a)はこの発明に係るスペックルパターンの移動検出方法の原理を示す説明図、第1図(b)(c)は光検出器の一態様を示す説明図及びその検出動作説明図、第1図(d)はこの発明に係る一指定装置の概略構成を示す説明図、第2図はこの発明を案出する上で行った実験系を示す説明図、第3図は第2図中Ⅲ部詳細図、第4図はスペックル・ランズレーション距離の概念を示す説明図、第5図は第2図の実験系にて求めたスペックル平均サイズとカーソル移動率との関係を示すグラフ図、第6図は第2図の実験系をモデル化した説明図、第7図はこの発明に係るスペックルとディテクタとの関係を示す模式説明図、第8図はこの発明に係るスペックルの空間周波数パワースペクトルとディテクタの空間周波数パワースペクトルとの関係を示すグラフ図、第9図はこの発明を適用したマウスの一実施例を示す説明図、第10図はその一部破断断面図、第11図は実施例に係るデ

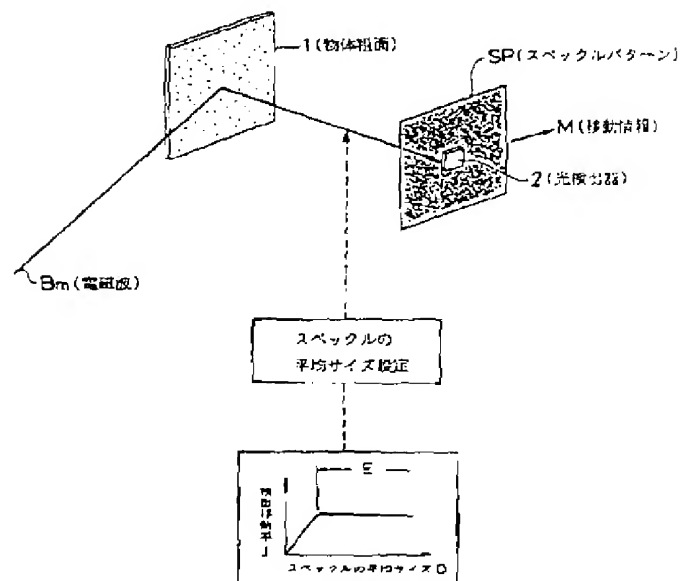
ィテクタの構成を示す説明図、第12図は実施例に係るディテクタの信号処理系を示すブロック図、第13図はその信号処理系の動作タイミングを示すタイミングチャートである。

#### 〔符号の説明〕

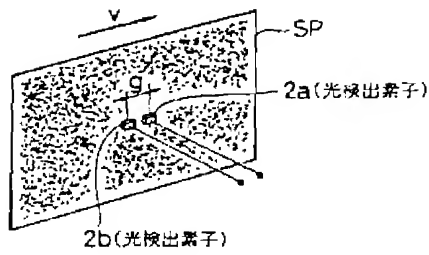
- SP…スペックルパターン
- Bm…電磁波
- M…移動情報
- 1…物体粗面
- 2…光検出器
- 2a, 2b…光検出素子
- 3…可動体
- 4…電磁波源
- 5…スペックルサイズ設定手段

特許出願人 富士ゼロックス株式会社  
代理人 井理士 中村 智廣  
(外2名)

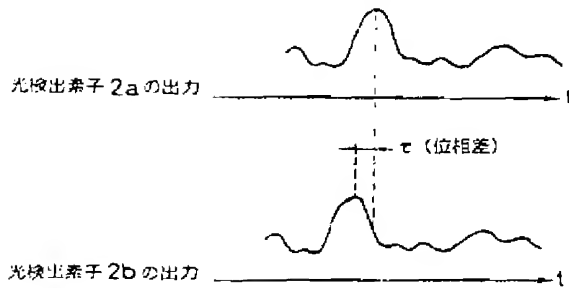
第1図(a)



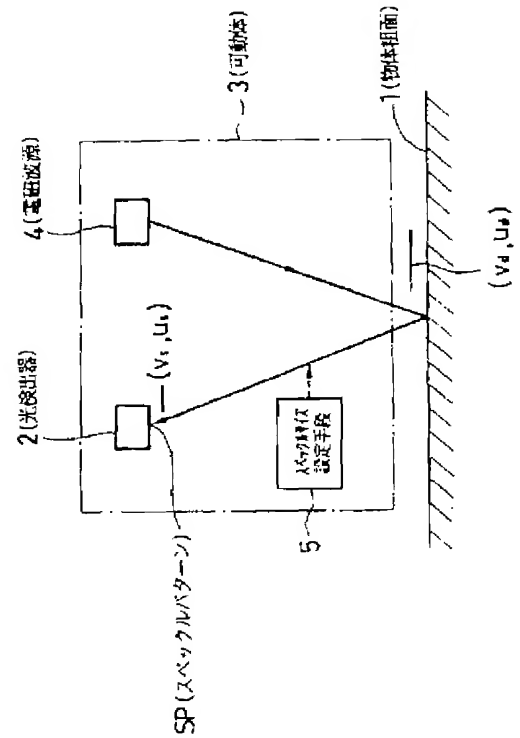
第 1 図 (b)



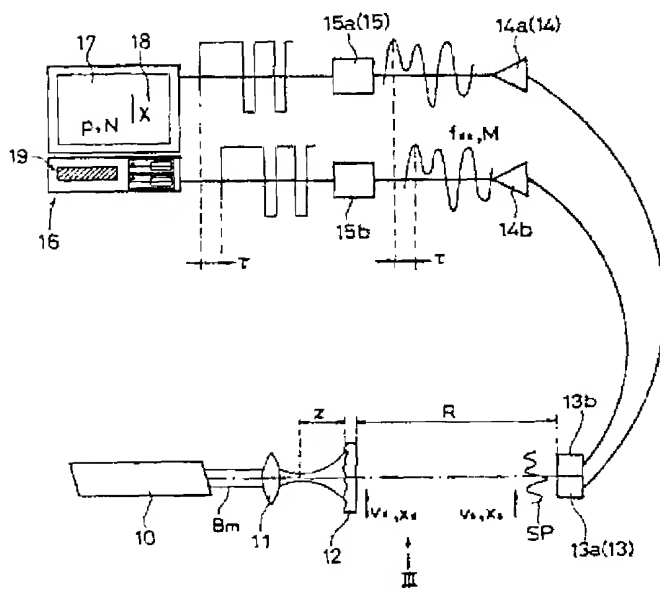
第 1 図 (c)



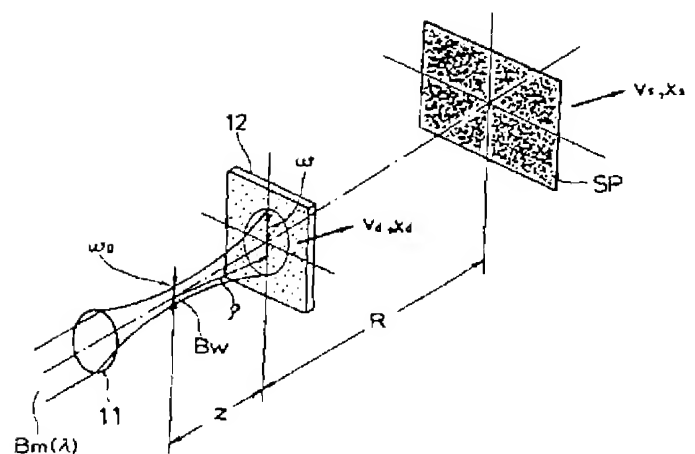
第 1 図 (d)



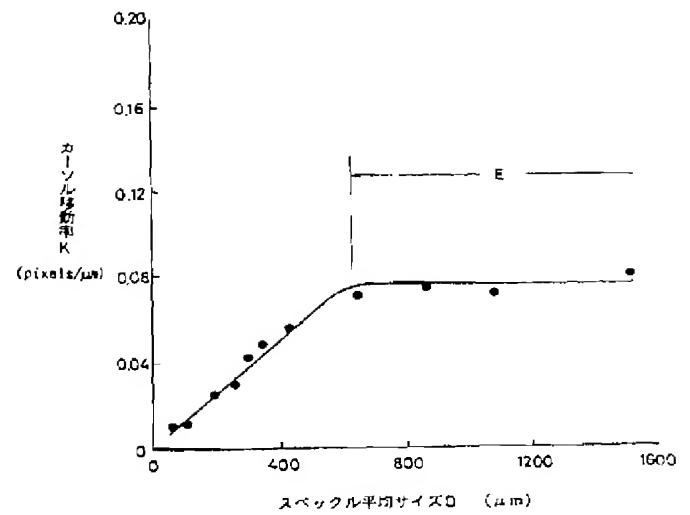
第 2 図



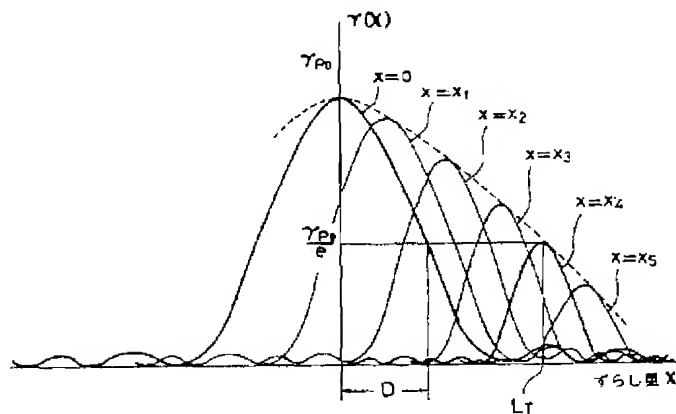
第 3 図



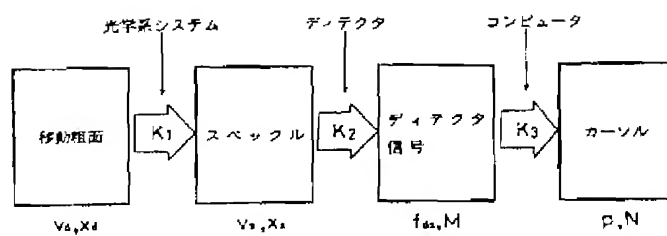
第 5 図



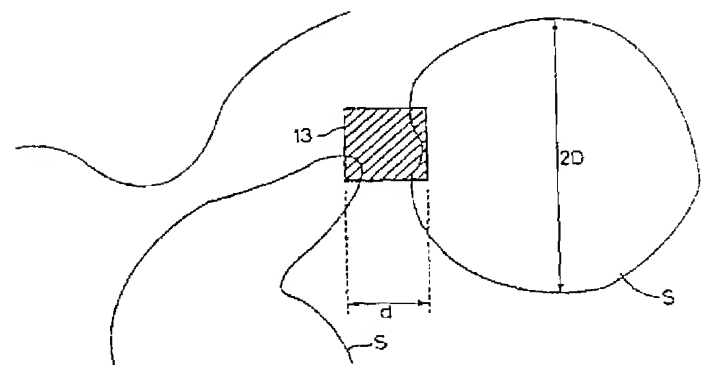
第 4 図



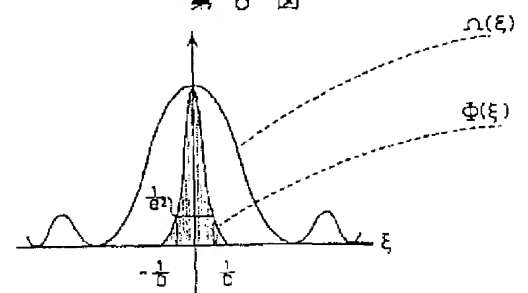
第 6 図



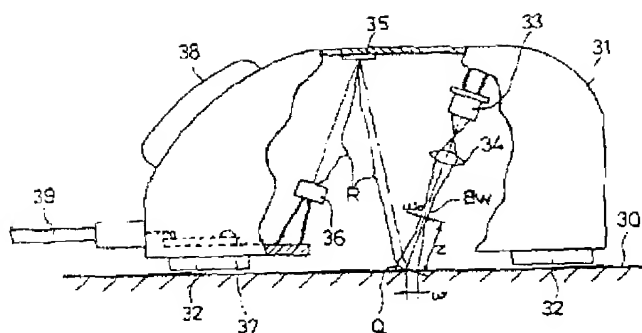
第 7 図



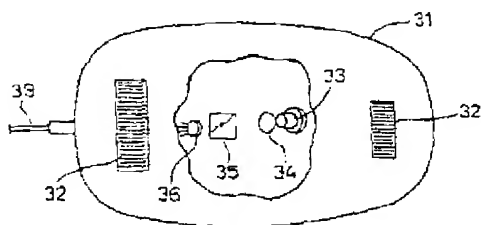
第 8 図



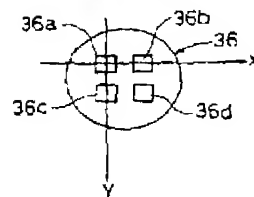
第 9 図



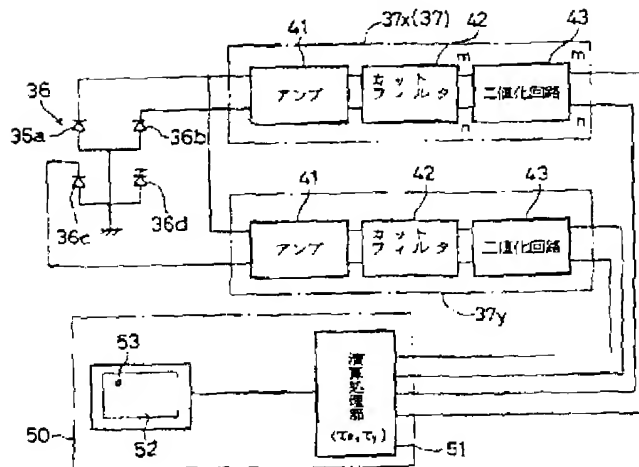
第 10 図



第 11 図



第 12 図



第 13 図

